

Docket No.: MOH-P000013

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

Applicant : WERNER MEIER ET AL.
Filed : CONCURRENTLY HEREWITH
Title : FUEL ASSEMBLY

CLAIM FOR PRIORITY

Commissioner for Patents
P.O. Box 1450
Alexandria, VA 22313-1450

Sir:

Claim is hereby made for a right of priority under Title 35, U.S. Code, Section 119, based upon the German Patent Application 101 07 037.3, filed February 15, 2001.

A certified copy of the above-mentioned foreign patent application is being submitted herewith.

Respectfully submitted,



For Applicants

WERNER H. STEMER
REG. NO. 34,956


Date: August 15, 2003

Lerner and Greenberg, P.A.
Post Office Box 2480
Hollywood, FL 33022-2480
Tel: (954) 925-1100
Fax: (954) 925-1101

/kf



Prioritätsbescheinigung über die Einreichung einer Patentanmeldung

 **Aktenzeichen:** 101 07 037.3
Anmeldetag: 15. Februar 2001
Anmelder/Inhaber: Framatome ANP GmbH,
Erlangen/DE
Bezeichnung: Brennelement
IPC: G 21 C 3/322

 Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 05. Juni 2003
Deutsches Patent- und Markenamt
Der Präsident
Im Auftrag

Weihmayer

00P0013DE-63/13-2/44

14. Februar 2001

Ansprüche

1. Brennelement mit Kernbrennstoff in einer Vielzahl von durch Abstandhalter (18) geführten Brennstäben (16) zum Einsatz in einem Kernreaktor in einem Kernkraftwerk, wobei die Brennstäbe (16) zwischen sich einen Kanal für einen Kühlmittelstrom (K) bilden und mindestens ein Abstandhalter (18) eine dem Kühlmittelstrom (K) einen Drallimpuls aufzwingende Fahne (26) trägt,

dadurch gekennzeichnet,
dass die Fahne (26) eine löffel- oder schaufelartige Form aufweist.

2. Brennelement nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet,
dass sich die Form der Fahne (26) bis in deren im Abstandhalter (18) liegenden Fuß (26a) fortsetzt.

3. Brennelement nach Anspruch 1 oder 2,
dadurch gekennzeichnet,
dass das Flächenträgheitsmoment der Querschnitte der Fahne (26) im Bereich deren Austritt aus dem Abstandhalter (18) ein Maximum aufweist.

4. Brennelement nach einem der Ansprüche 1 bis 3,
dadurch gekennzeichnet,
dass zur Einstellung der Flächenträgheitsmomente der Querschnitte der löffel- oder schaufelartigen Form der Fahne (26) bei deren Herstellung der eingesetzte Werkstoff in mehr als einer Richtung gestreckt und/oder gestaucht ist.

- 1 5. Brennelement nach einem der Ansprüche 1 bis 4,
2 dadurch gekennzeichnet,
3 dass die Breite der Fahne (26) an deren freien Ende kleiner, vorzugsweise
4 halb so breit ist als an deren Fuß (26a).
- 5
6 6. Brennelement nach einem der Ansprüche 1 bis 5,
7 dadurch gekennzeichnet,
8 dass die freie Länge der Fahne (26) etwa doppelt so groß ist wie die Breite
9 an deren Fuß (26a).
- 10
11 7. Brennelement nach einem der Ansprüche 1 bis 6,
12 dadurch gekennzeichnet,
13 dass die Fahne (26) und ein diese tragender Steg (20,21) des Abstandhalter-
14 ters (18) ein einziges Werkstück darstellen.
- 15
16 8. Brennelement nach einem der Ansprüche 1 bis 7,
17 dadurch gekennzeichnet,
18 dass die Form der Fahne (26) sich um das 0,5- bis 1,0-fache deren freien
19 Länge in den Abstandhalter (18) hinein fortsetzt.
- 20
21 9. Brennelement nach einem der Ansprüche 1 bis 8,
22 dadurch gekennzeichnet,
23 dass in Richtung der Längsachse der Fahne (26) unterhalb deren Fuß
24 (26a) eine Öffnung (27) vorgesehen ist, über die durch den die Fahne (26)
25 tragenden Steg (20,21) getrennte Zellen im Abstandhalter (18) miteinander
26 verbunden sind.
- 27
28 10. Brennelement nach einem der Ansprüche 1 bis 9,
29 dadurch gekennzeichnet,
30 dass die Fahne (26) aus der Ebene des diese tragenden Steges (20,21) um
31 bis zu 45° in den Kanal für den Kühlmittelstrom (K) hineingebogen ist und
32 dass der Kühlmittelstrom (K) auf die konkave Seite der Fahne (26) trifft.
- 33

- 1 11. Brennelement nach einem der Ansprüche 1 bis 10,
2 dadurch gekennzeichnet,
3 dass eine Längsachse der Fahne (26) mit einer Längskante (24,25) des
4 Steges (20,21) auf der einem benachbarten Kreuzungspunkt mit einem an-
5 deren Steg (21,20) zugekehrten Seite einen spitzen Winkel bildet.
6
- 7 12. Brennelement nach einem der Ansprüche 1 bis 11,
8 dadurch gekennzeichnet,
9 dass zwei sich kreuzende Stege (20,21) jeweils auf beiden Seiten des
10 Kreuzungspunktes je eine Fahne (26) tragen.
11
- 12 13. Brennelement nach einem der Ansprüche 1 bis 12,
13 dadurch gekennzeichnet,
14 dass alle demselben Kreuzungspunkt benachbarten Fahnen (26) gleichsin-
15 nig auf den Kühlmittelstrom einwirken.
16
- 17 14. Brennelement nach einem der Ansprüche 1 bis 13,
18 dadurch gekennzeichnet,
19 dass die Fahnen (26) von einander benachbarten Kreuzungspunkten ein-
20 ander gegensinnige Drallimpulse erzeugen.
21
- 22 15. Brennelement nach einem der Ansprüche 1 bis 14,
23 dadurch gekennzeichnet,
24 dass die Fahnen (26) von den Stegen (20,21) des Abstandhalters (18) auf
25 der Seite getragen sind, über die das Kühlmittel (K) abströmt.
26
- 27 16. Brennelement nach einem der Ansprüche 1 bis 15,
28 dadurch gekennzeichnet,
29 dass die Stege (20,21) von an deren Längsseiten miteinander verbundenen
30 Hülsen dargestellt sind, von denen jede je einen Brennstab (16) umfasst.
31

Beschreibung

Brennelement

Die Erfindung betrifft ein Brennelement mit Kernbrennstoff ^{mit} in einer Vielzahl von durch Abstandhalter geführten Brennstäben zum Einsatz in einem Kernreaktor in einem Kernkraftwerk, wobei die Brennstäbe zwischen sich einen Kanal für einen Kühlmittelstrom bilden und mindestens ein Abstandhalter eine dem Kühlmittelstrom einen Drallimpuls aufzwingende Fahne trägt.

Im Kernreaktor eines Kernkraftwerkes ist der Kernbrennstoff üblicherweise in hermetisch verschlossenen Brennstäben angeordnet. Der oder jeder Brennstab ist einige Meter lang und weist ein Hüllrohr mit etwa 11 mm Durchmesser und einer Wanddicke von etwa 1 mm auf. Jedes Hüllrohr ist nahezu auf dessen gesamter Länge mit in Tabletten gepresstem Kernbrennstoff gefüllt. Üblicherweise sind je nach Reaktortyp ca. 80 bis 300 Brennstäbe in einem Brennelement zusammengefasst.

Zum Einsatz in Siedewasserreaktoren vorgesehene Brennelemente sind dabei mit einem sogenannten Brennelementkasten versehen, der die gesamte Brennelementstruktur seitlich umfasst und nach unten sowie oben offen ist. Innerhalb des Brennelementkastens stützen sich die Brennstäbe seitlich über Abstandhalter ab, die ihrerseits von innen an den Wänden des Brennelementkastens anliegen. Häufig sind einige der möglichen Brennstabpositionen anstelle von Brennstäben mit einem Kühlmittelrohr bestückt. Die Brennstäbe selbst bilden eine Vielzahl von sich über die gesamte Länge der Brennelemente erstreckende Kühlkanäle, in denen unvermeidbar die Abstandhalter als besondere Strömungswiderstände liegen.

Eine derartige Anordnung ist aus der EP 0 517 750 B1 bekannt. In der bekannten Anordnung tragen die Abstandhalter Fahnen, die derart in die von Brennstäben gebildeten Kühlkanäle hineingebogen sind, dass sie in dem den jeweiligen Kühl-

kanal durchströmenden Kühlmittelstrom einen Drall erzeugen. Eine durch den Drall erzwungene Rotationsbewegung des Kühlmittelstromes um seine vertikale Achse sorgt einerseits - insbesondere im oberen Bereich des Brennelements - für eine gute Benetzung der Brennstäbe mit flüssigem Kühlmittel und andererseits für einen Austausch von Kühlmittel zwischen einander benachbarten Kühlmittelströmen. Zur Gewährleistung eines ausreichend großen Anteils flüssigen Kühlmittels im oberen Bereich des Brennelements wird ein Teil des diesem zugeführten Kühlmittels durch ein Kühlmittelrohr direkt in diesen Bereich geführt. Durch diese Maßnahmen ist - insbesondere bei Siedewasserreaktoren - sichergestellt, dass auch im oberen Bereich der Brennelemente, in dem ein wesentlicher Teil des Kühlmittels bereits verdampft ist, die Oberfläche der Brennstäbe selbst mit noch flüssigem Kühlmittel benetzt ist.

Die zur Führung und Stützung der Brennstäbe erforderlichen Abstandhalter zusammen mit den von diesen getragenen Fahnen sind üblicherweise in Abständen von etwa 0,5 m übereinander vorgesehen und bilden für die Kühlmittelströme einen Widerstand. Dieser Widerstand erfordert einen nicht unerheblichen Teil der Pumpleistung von das Kühlmittel treibenden Umwälzpumpen. Die erforderliche Pumpenleistung liegt bei bekannten Kernreaktoren im Bereich von einigen Megawatt.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, für Brennelemente der eingangs genannten Art Abstandhalter zu schaffen, die nur geringe Strömungswiderstände aufweisen und dennoch in den Kühlmittelströmen einen ausreichend kräftigen Drall erzeugen.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß gelöst durch die Merkmale des Anspruchs 1. Dazu weisen vom Abstandhalter getragene Fahnen eine löffel- oder schaufelartige Form auf.

Die Erfindung geht dabei von der Überlegung aus, dass bei Brennelementen mit Kernbrennstoff in einer Vielzahl von durch Abstandhalter geführten Brennstäben

zum Einsatz in einem Kernreaktor am Abstandhalter vorgesehene Mittel zur Ausübung eines Drallimpuls auf einen Kühlmittelstrom dann einen möglichst geringen Strömungswiderstand für das Kühlmittel darstellen, wenn durch deren Form bei der praktisch allen Querschnitten ein so großes Flächenträgheitsmoment gegeben ist, dass auch eine einfache Fahne aus dünnem Blech bereits ausreichend steif ist.

Überraschenderweise ermöglicht gerade die löffel- oder schaufelartige Form der oder jeder Fahne in doppelter Hinsicht eine Verringerung des Strömungswiderstandes des Abstandhalters. So ermöglicht diese Form einerseits aufgrund der großen Steifigkeit der Fahne den Einsatz von dünnem Ausgangswerkstoff für die Abstandhalter insgesamt. Andererseits ermöglicht diese Form einen optimierten Wirkungsgrad der Fahne selbst nach Art einer Turbinenschaufel im Kühlmittelstrom.

Eine besonders zweckmäßige Optimierungsmaßnahme besteht darin, dass sich diese Form der Fahne bis in deren im Abstandhalter liegenden Fuß fortsetzt. Dabei weist das Flächenträgheitsmoment der Querschnitte der Fahne im Bereich deren Austritts aus dem Abstandhalter ein Maximum auf.

In vorteilhafter Ausgestaltung ist zur Einstellung der Flächenträgheitsmomente der Querschnitte der löffel- bzw. schaufelartigen Form der Fahne bei deren Herstellung der eingesetzte Werkstoff in mehr als einer Richtung gestreckt und/oder gestaucht. Zudem sollte einerseits die Breite der Fahne an deren Freieinde vorzugsweise halb so breit sein wie an deren Fuß. Andererseits sollte die freie Länge der Fahne etwa doppelt so groß sein wie die Breite an deren Fuß.

Die oder jede Fahne und ein diese tragender Steg des Abstandhalters stellen vorteilhafterweise ein einziges Werkstück dar. Dabei setzt sich die Form der Fahne um das 0,5- bis 1,0-fache deren freien Länge in den Abstandhalter hinein fort. Zweckmäßigerweise ist darüber hinaus in Richtung der Längsachse der Fahne unterhalb deren Fuß eine Öffnung vorgesehen. Über diese werden Zellen im Ab-

standhalter, die durch den die Fahne tragenden Steg getrennt sind, miteinander verbunden.

Die oder jede Fahne ist aus der Ebene des diese tragenden Steges vorzugsweise um bis zu 45° in den Kanal für den Kühlmittelstrom hineingebogen, wobei der Kühlmittelstrom auf die konkave Seite der Fahne trifft. Dabei bildet eine Längsachse der Fahne mit einer Längskante des Steges auf der einem benachbarten Kreuzungspunkt mit einem anderen Steg zugekehrten Seite zweckmäßigerweise einen spitzen Winkel.

Zwei sich kreuzende Stege sollten jeweils auf beiden Seiten des Kreuzungspunktes je eine Fahne tragen. Dabei sollten alle demselben Kreuzungspunkt benachbarten Fahnen gleichsinnig auf den Kühlmittelstrom einwirken, während die Fahnen von einander benachbarten Kreuzungspunkten einander gegensinnige Drallimpulse erzeugen. Die Fahnen sind vorzugsweise von den Stegen des Abstandhalters auf derjenigen Seite getragen, über die das Kühlmittel abströmt. Dabei sind die Stege von an deren Längsseiten miteinander verbundenen Hülsen dargestellt, von denen jede je einen Brennstab umfasst.

Die mit der Erfindung erzielten Vorteile bestehen insbesondere darin, dass die durch die große Eigensteifigkeit der Fahnen mögliche Verwendung von beispielsweise nur 0,2 mm dickem oder starkem Blech - anstelle des bisher üblichen etwa 0,4 mm dicken Bleches - in Verbindung mit der optimierten Form der Fahne die erforderliche Antriebsleistung einer Umwälzpumpe um mehrere Prozentpunkte verringert und entsprechend messbar den Wirkungsgrad des Reaktors steigert.

Nachfolgend wird ein Ausführungsbeispiel der Erfindung anhand einer Zeichnung näher erläutert. Dabei zeigen:

- Fig. 1 schematisch einen Siedewasserreaktor mit Dampfturbine, Generator und Kondensator,
- Fig. 2 ein teilweise aufgeschnittenes Brennelement,

- 1 Fig. 3 u. 4 Abschnitte von Stegen eines Abstandhalters aus dem Brennele-
 2 ment in natürlicher Größe,
 3 Fig. 5 einen Ausschnitt aus einem Steg mit einer Fahne in stark vergröß-
 4 erter perspektivischer Darstellung, und
 5 Fig. 6 bis 8 Querschnitte durch die Fahne aus Fig. 5 entlang der Linien I-I, II-II
 6 bzw. III-III.

7
 8 Einander entsprechende Bauteile sind in allen Figuren mit den gleichen Bezugs-
 9 zeichen versehen.

10
 11 In einem Druckbehälter 1 ist ein Siedewasserkernreaktor mit Brennelementen 2
 12 und Steuerstäben 3 angeordnet. Die Steuerstäbe 3 sind von unten in Zwischen-
 13 räume zwischen die Brennelemente 2 aus- und einschiebbar und steuern den
 14 Neutronenfluss im Reaktorkern. Sowohl die Brennelemente 2 als auch die Steuer-
 15 stäbe 3 sind mit von unten nach oben durch den Reaktorkern strömendem Was-
 16 ser als Kühlmittel K gekühlt. Das Wasser dient gleichzeitig als Moderator für den
 17 Neutronenfluss, indem es die Neutronen bis in einen Geschwindigkeitsbereich
 18 abbremst, bei dem diese von Atomkernen des Kernbrennstoffs eingefangen wer-
 19 den können.

20
 21 Das Kühlmittel K wird auf seinem Weg entlang und durch die Brennelemente 2
 22 aufgeheizt und teilweise verdampft. Der dabei gebildete Wasserdampf ist über
 23 eine Frischdampfleitung 4 einer Dampfturbine 5 zugeführt. Die Dampfturbine 5
 24 treibt einen Generator 6. Aus der Dampfturbine 5 austretender abgearbeiteter
 25 Dampf kondensiert in einem Kondensator 7 zu Kondensat, das von einer Speise-
 26 wasserpumpe 8 durch eine Speisewasserleitung 9 in den oberen Teil des Druck-
 27 behälters 1 zurückgeführt ist.

28
 29 Auf dem Weg entlang der Brennelemente 2 nicht verdampftes Kühlmittel K strömt
 30 durch einen den Reaktorkern umfassenden (nicht dargestellten) Ringkanal wieder
 31 nach unten und wird durch Kühlmittelpumpen 10 in den Raum unterhalb des Re-

1 aktorkerns gefördert. Die Kühlmittelpumpe 10 ist bei jüngeren Reaktoren direkt im
2 Ringkanal innerhalb des Druckbehälters 1 angeordnet.

3
4 In Fig. 2 ist eines der Brennelemente 2 vergleichsweise detailliert dargestellt. Ein
5 Brennelementfuß 11 positioniert das Brennelement 2 mit einem Passorgan 12 auf
6 einer (nicht dargestellten) unteren Gitterplatte und weist Einströmöffnungen 13, 14
7 für das Kühlmittel K auf. Ein Brennelementkasten 15 umfasst ein Bündel aus
8 Brennstäben 16 auf deren gesamter Länge, stützt sich unten auf dem Brennele-
9 mentfuß 11 ab und trägt in seinem oberen Ende einen Brennelementkopf, von
10 dem lediglich ein Haltegriff 17 aus dem Brennelementkasten 15 nach oben hin-
11 ausragt. Die etwa 4,5 m langen und etwa 11 mm dicken Brennstäbe 16 sind mit
12 tablettiertem Kernbrennstoff gefüllt. Zur Stabilisierung und Führung des Bündels
13 aus Brennstäben 16 dienen Abstandhalter 18, die sich ihrerseits von innen seitlich
14 am Brennelementkasten 15 abstützen und von denen beispielsweise zehn Stück
15 meist in etwa gleichen Abständen übereinander die Brennstäbe 16 zusammen-
16 halten. Einige der möglichen Brennstabpositionen sind anstelle von Brennstä-
17 ben 16 mit Haltestäben 19 bestückt und nehmen im Brennelement 2 zwischen
18 dem Brennelementfuß 11 und dem Brennelementkopf auftretende Zugkräfte auf.

19
20 Ein in Fig. 2 sichtbarer Mantel des Abstandhalters 18 umfasst ein Gitter aus Ste-
21 gen 20 und 21, die in den Fig. 3 und 4 ausschnittsweise in natürlicher Größe dar-
22 gestellt sind. Die Stege 20 und 21 unterscheiden sich im Wesentlichen lediglich
23 dadurch, dass im Steg 20 nach unten und im Steg 21 nach oben offene Montage-
24 schlitze 22 bzw. 23 vorgesehen sind. Beim dargestellten Ausführungsbeispiel
25 werden jeweils neun zueinander parallele Stege 20 von oben in rechtwinklig zu
26 ihnen angeordnete untereinander ebenfalls parallele neun Stege 21 kammartig
27 derart in die Montageschlitze 23 eingesteckt, dass sie selber mit ihren Montage-
28 schlitzen 22 die unteren Hälften der Stege 21 flankieren. Ein auf diese Art gebil-
29 detes Gitter bildet im Querschnitt quadratische Maschen, von denen jede einen
30 Brennstab 16 oder einen Haltestab 19 aufnimmt und in nicht dargestellter Art und
31 Weise durch feste und flexible Stützmittel zentriert. Von den vom Gitter aus den
32 Stegen 20 und 21 geführten Brennstäben 16 und Haltestäben 19 werden Kühlka-

1 näle mit einem kreuzartigen Querschnitt gebildet. Die Kreuzungspunkte der Ste-
2 ge 20 und 21 liegen dabei jeweils im Zentrum eines derartigen kreuzartigen Ka-
3 nalquerschnitts.

4
5 Die Stege 20 und 21 tragen auf ihrer oberen Kante 24 bzw. 25 Fahnen 26, die
6 etwa doppelt so lang wie breit sind und die bis zu 45° aus der Zeichnungsebene
7 heraus- oder in diese hineingebogen sind. Die Längsachse einer Fahne 26 bildet
8 jeweils mit dem einem Kreuzungspunkt der Stege 20 oder 21 benachbarten Ab-
9 schnitt der sie tragenden Kante 24 bzw. 25 einen spitzen Winkel. Die Fahne 26
10 hat an ihrem freien Ende eine kleinere Breite, vorzugsweise nur die halbe Breite,
11 wie an ihrem Fuß 26a (Fig. 5). Dabei sind jeweils auf ein und demselben Steg 20
12 bzw. 21 demselben Kreuzungspunkt der Stege 20 und 21 zugeordnete Fahnen 26
13 in entgegengesetzter Richtung und die derselben Masche im Gitter zugeordneten
14 Fahnen 26 in die gleiche Richtung gebogen. Auf diese Art sind in einer Draufsicht
15 auf das von den Stegen 20 und 21 gebildete Gitter an jedem Kreuzungspunkt alle
16 vier Fahnen entweder im Uhrzeigersinn oder im Gegenuhrzeigersinn gebogen,
17 wobei an jeweils einander benachbarten Kreuzungspunkten einander entgegen-
18 gesetzte Biegerichtungen erfolgt sind. Dadurch erzeugen die Fahnen an einander
19 benachbarten Kreuzungspunkten einander entgegengesetzte Drallimpulse im dort
20 vorbeifließenden Kühlmittelstrom.

21
22 In jedem der Stege 20 und 21 ist mindestens unterhalb jeder Fahne 26 eine Öff-
23 nung 27 vorgesehen, die einander benachbarte Maschen in dem von den Ste-
24 gen 20 und 21 gebildeten Gitter miteinander verbindet. Diese Öffnungen 27 er-
25 möglichen Querkomponenten des im Wesentlichen parallel zu den Brennstä-
26 ben 16 gerichteten Kühlmittelstroms und mindern dadurch die Auswirkungen des
27 verbliebenen Strömungswiderstandes der Fahnen 26.

28
29 Wie die Fig. 5 bis 8 zeigen, haben die Fahnen 26 unabhängig von ihrer Auslen-
30 kung aus der Ebene der Stege 20 bzw. 21 die Form eines Löffels oder einer
31 Schaufel, indem sie bei ihrer Formgebung in mehr als eine Richtung gestreckt
32 und/oder gestaucht sind. Durch diese Form sind die Flächenträgheitsmomente

1 sowohl der parallel als auch der rechtwinklig zur Längsachse der Fahne 26 lie-
2 genden Querschnitte so groß, dass im Normalbetrieb auftretende Kräfte die Fah-
3 nen 26 in sich nicht verformen und als Ganzes in keiner Richtung nennenswert
4 auslenken können. Dadurch sind vom Kühlmittelstrom auf die konkave Seite der
5 Fahne 26 ausgeübte Kräfte auch dann nicht in der Lage, die Fahne 26 zu
6 Schwingungen mit nennenswerten Amplituden anzuregen, wenn die Stege 20
7 und 21 - ebenso wie die Fahnen 26 - aus lediglich 0,2 mm dickem Blech in einem
8 Stück bestehen. Diese Vorteile werden im Ergebnis noch dadurch gefördert, dass
9 die löffel- oder schaufelartige Form sich um das 0,5- bis 1-fache der Länge der
10 Fahne 26 bis in den Steg 20 bzw. 21 fortsetzt. Dabei weist das Flächenträgheits-
11 moment der Querschnitte der Fahne 26 im Bereich von deren Anlenkung an den
12 Steg 20 bzw. 21 in Höhe der Kante 24 bzw. 25 ein Maximum auf.

13
14 Ein im Abstandhalter 18 vorgesehenes Gitter kann anstelle aus rechtwinklig sich
15 kreuzenden Stegen 20 und 21 auch aus Hülsen mit rundem Querschnitt aufge-
16 baut sein. Dabei ist dann je Gittermasche eine Hülse erforderlich, die anstelle zu
17 dem vorbeschriebenen Gitter je Hülse vier Fahnen 26 trägt.

18
19 Die Erfindung ist auch bei Druckwasserreaktoren auf deren brennelementkasten-
20 freie Brennelemente entsprechend anwendbar.

Zusammenfassung

Brennelemente (2) mit Kernbrennstoff in einer Vielzahl von durch Abstandhalter (18) geführten Brennstäben (16) zum Einsatz in einem Kernreaktor weisen üblicherweise an ihrem Abstandhalter (18) Mittel (26) auf, die einen Drallimpuls auf einen Kühlmittelstrom ausüben. Diese Mittel (26) sollen jedoch einen möglichst geringen Strömungswiderstand für das Kühlmittel darstellen. Erfindungsgemäß wird dies erreicht, indem als Mittel eine in den Kühlmittelstrom hineinreichende Fahne (26) eine löffel- oder schaufelartige Form aufweist. Bei dieser Form haben praktisch alle Querschnitte der Fahne (26) ein so großes Flächenträgheitsmoment, dass die Fahne aus dünnem Blech bereits ausreichend steif ist. Erfindungsgemäß gestaltete Brennelemente sind besonders zum Einsatz in Siedewasserkernreaktoren geeignet.

Fig. 5

Bezugszeichenliste

1	Druckbehälter
2	Brennelement
3	Steuerstab
4	Frischdampfleitung
5	Dampfturbine
6	Generator
7	Kondensator
8	Speisewasserpumpe
9	Speisewasserleitung
10	Kühlmittelpumpe
11	Brennelementfuß
12	Passorgan
13	Einströmöffnung
14	Einströmöffnung
15	Brennelementkasten
16	Brennstab
17	Haltegriff
18	Abstandhalter
19	Haltestab
20	Steg von 18
21	Steg von 18
22	Montageschlitz
23	Montageschlitz
24,25	Kante
26	Fahne
26a	Fuß
27	Öffnung
K	Kühlmittel

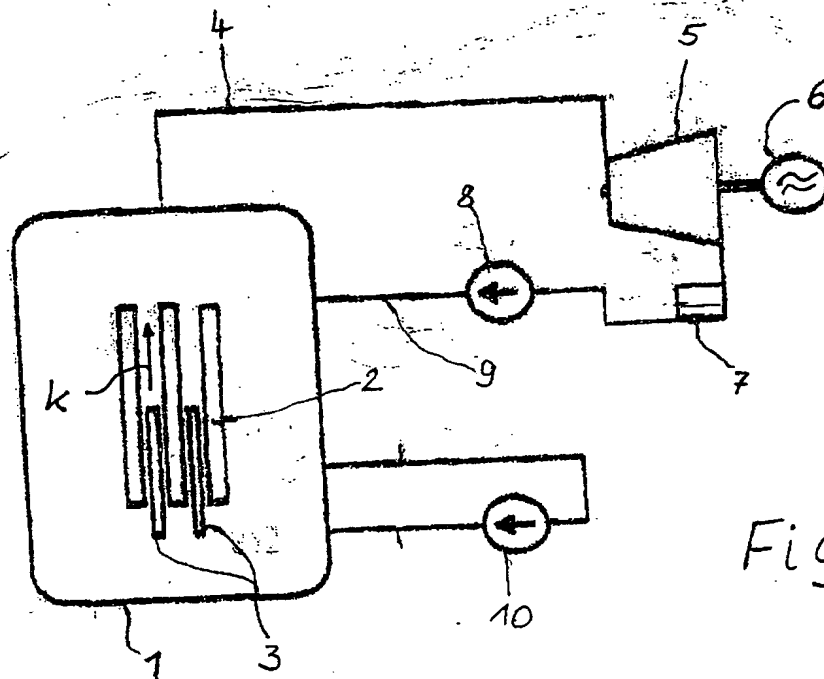


Fig. 1

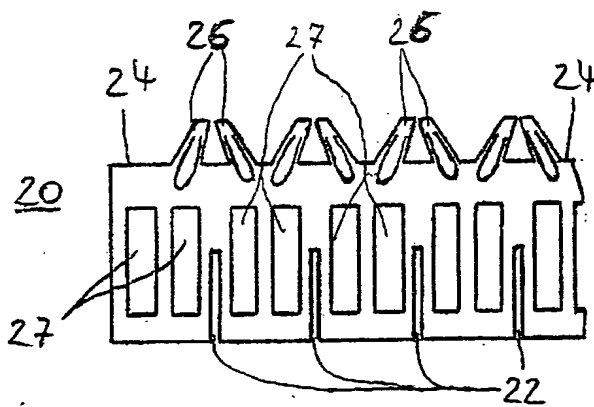


Fig. 3

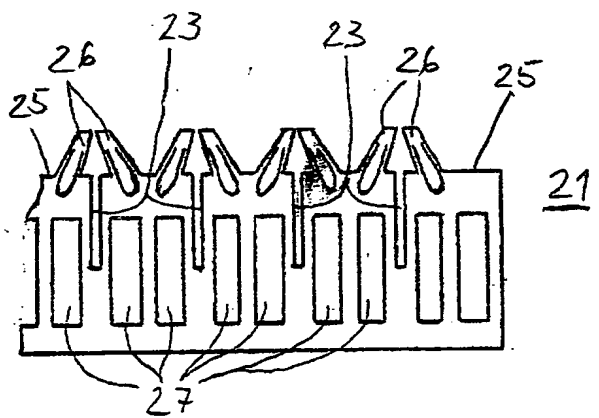


Fig. 4

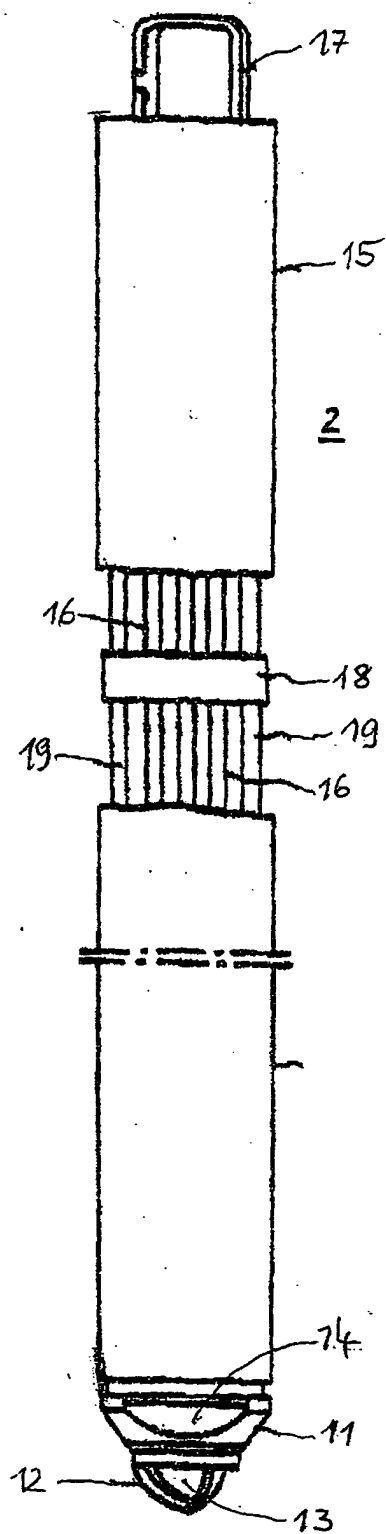


Fig. 2

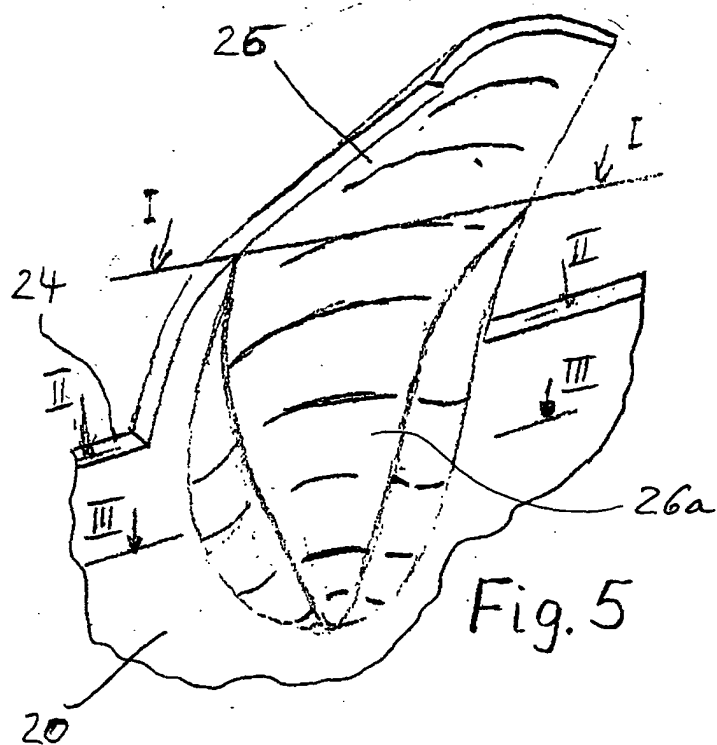


Fig. 5



Fig. 6

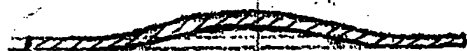


Fig. 7

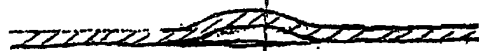


Fig. 8